

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ КОММУНИКАЦИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВИЙ НАРУШЕНИЯ БАЛАНСА В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ

Шевчук Г.К., Зверева О.М

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
проспект Мира, 19, Екатеринбург, Свердловская обл., 620002, Россия
тел.: (343) 375-48-48, e-mail: g_stan@inbox.ru

Аннотация — В статье приведены результаты исследования взаимодействия между агентами экономической производственной системы. Для изучения процесса была разработана имитационная агент-ориентированная компьютерная модель, имитирующая жизненный цикл производственной системы, состоящий из двух циклически повторяющихся этапов: коммуникационного и производственного. Данные в модели соответствуют уравнениям статического баланса Леонтьева. В ходе экспериментов были определены зависимости между длительностью жизненного цикла производственной системы и возникающими нарушениями баланса. Результаты исследования могут быть использованы при определении методов компенсации негативных воздействий на производственные системы.

COMMUNICATION AGENT-BASED MODEL USAGE FOR IMBALANCE DETECTION IN A MANUFACTURING SYSTEM

Shevchuk G.K., Zvereva O.M.

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin
pr. Mira, 19, Yekaterinburg, Sverdlovsk region, 620002, Russian Federation
ph.: 375-48-48, e-mail: g_stan@inbox.ru

Abstract — This article contains the results of the research dealt with interactions between agents in an economic manufacturing system. The computer agent-based model which simulates the life cycle of a manufacturing system has been developed. The life cycle process consists of two cyclically repeated stages: the communication stage and the production stage. Data in the model corresponds to the Leontief's static equilibrium. Experiments have identified dependencies between the manufacturing system life cycle interval and conditions of the equilibrium violation. The research results can be used to determine the methods of the negative influence on manufacturing system compensation.

I. Введение

Во время кризиса возникают различные ситуации, негативно влияющие на экономические производственные системы. Необходимо их изучать для того, чтобы подготовить эффективные меры противодействия. Одной из проблем, приводящих к кризису, является нарушение коммуникаций.

Целью данной работы является исследование ситуаций, в которых происходит нарушение нормального протекания коммуникаций в производственной системе. Для этого необходимо создать модель производственной системы коммуникаций, смоделировать состояние нарушения коммуникаций между агентами (производителями), сравнить эффективность различных алгоритмов поведения агентов в такой ситуации.

II. Основная часть

В работе рассматривается следующая система: существует 20 агентов, каждый производит свой вид продукции. Продукция одних агентов используется другими в качестве сырья для производства своей продукции. Часть товара идёт конечным потребителям. Существует производственная матрица, которая содержит описание технологии. Жизненный цикл системы состоит из многократного повторения двух этапов: этапа коммуникаций, на котором агенты закупают продукцию других агентов, и этапа производства продукции.

Возможность функционирования системы проверяется с помощью статической модели Леонтьева [1], основное уравнение которой имеет вид:

$$\vec{X} - A\vec{X} = \vec{Y} \quad (1)$$

Вектор \vec{X} называется вектором полного производства, элементами вектора являются объёмы продукции, произведенные агентами системы. Вектор \vec{Y} — вектор свободных остатков, элементы — объёмы продукции агентов, которые идут конечным потребителям.

Объёмы продукции в векторах приведены в денежном выражении в соответствии со стоимостным межотраслевым балансом [2].

Производственная матрица A содержит взаимные потребности агентов в расчете на единицу выпускаемой продукции. В используемой матрице суммарные относительные потребности каждого агента равны 0,77.

Каждый агент на свой счет получает денежные средства, объем которых пропорционален произведенной им продукции.

Была разработана агент-ориентированная компьютерная модель в среде моделирования Netlogo [3]. С помощью датчиков и графиков модели можно наглядно оценить результаты моделирования (Рисунок 3).

Было исследовано несколько алгоритмов поведения агентов [4], названных стратегиями.

Стратегия №1 — агенты обмениваются в соответствии со списком очерёдности, где номер агента равен его порядковому номеру в модели. В соответствии со стратегией №2 агенты сначала закупают ресурсы, которые нужны им в наибольшем количестве, затем — по убыванию требуемого количества. Разработанная стратегия № 3 не исследуется в данной работе. Стратегия №4 — агенты обмениваются сначала с ближайшим агентом, затем со следующим за ним и т.д. Стратегия №5 — агенты обмениваются с

ближайшими в окрестности агентами, затем со следующими по удаленности и т.д.

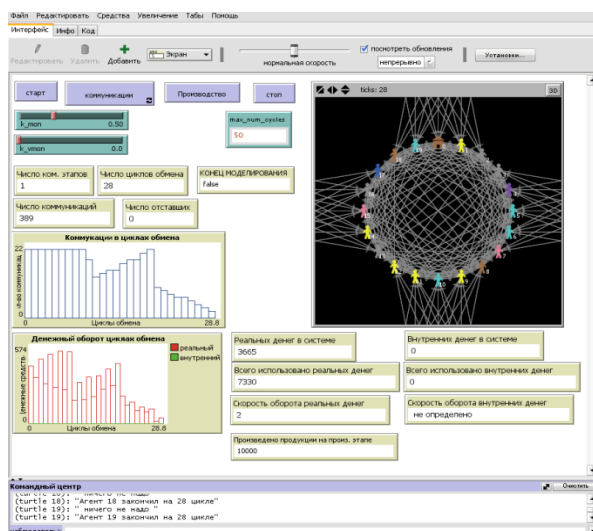


Рисунок 3 – Модель системы производственных коммуникаций

Смешанные стратегии не исследуются в данной работе, так как их эффективность ниже, чем у исходных [5].

На Рисунок 4 показана зависимость длительности этапа коммуникаций от количества денег, оборачивающихся в системе.

Чёрным цветом на графике обозначена линия ограничения времени. Рассмотрим ситуации, при которых время коммуникаций не превышает двадцать три цикла обмена и меньше (коэффициент обеспеченности деньгами устанавливается в окне модели перед началом моделирования и равен 0.5).

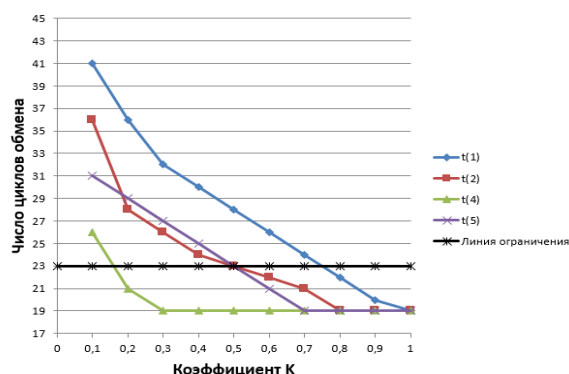


Рисунок 4 – Зависимость длительности этапа коммуникаций от количества денег у агентов

На Рисунок 5 показано количество несовершенных обменов между агентами при различных ограничениях длительности этапа коммуникаций. Из графика видно, что с определённого момента, число несовершенных обменов растёт с одинаковой скоростью независимо от выбранной стратегии. При этом само количество несовершенных обменов в стратегиях разное. Стратегия №1 кажется наименее эффективной при совершении обменов, а стратегия №4 - самой эффективной. Далее необходимо изучить влияние выбора стратегии на этап производства.

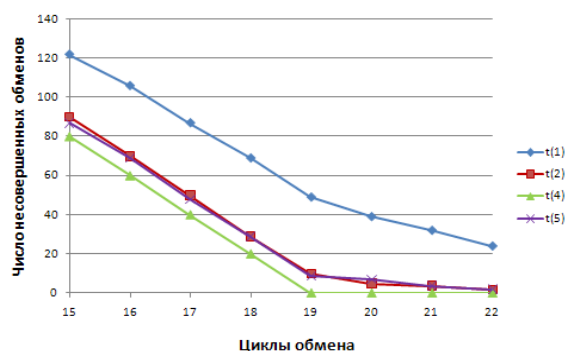


Рисунок 5 - Несовершенные обмены между агентами при ограничении длительности этапа коммуникаций

Было рассмотрено 2 варианта нарушения коммуникаций: однократное и многократное. Если на производственную систему действовали ограничения только на одном из коммуникационных этапов жизненного цикла системы, то нарушение будет считаться однократным. Если ограничения действовали в течение нескольких коммуникационных этапов, то нарушение определяется как многократное.

В начале исследуем особенности систем при многократном нарушении коммуникационного этапа.

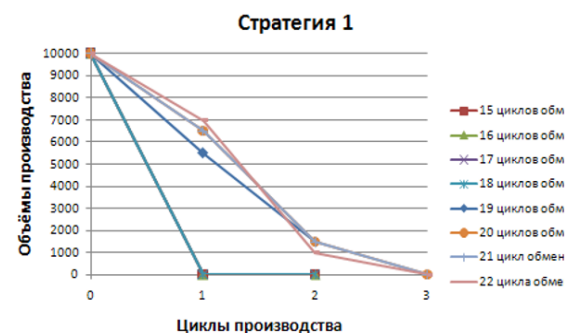


Рисунок 6 – Зависимость объёмов производства от длительности этапов обмена при стратегии №1 при многократном нарушении коммуникационного этапа

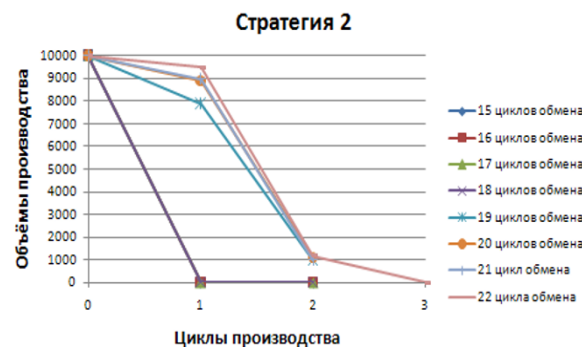


Рисунок 7 – Зависимость объёмов производства от длительности этапов обмена при стратегии №2 при многократном нарушении коммуникационного этапа

Производство продукции при стратегиях №1 и №2 уменьшается с различной скоростью, но прекращается на третьей итерации работы модели (Рисунок 7 и Рисунок 7). Если длительность этапа коммуникаций составляет

менее 18 циклов обмена, то производство прекращается уже на первой итерации.

При использовании стратегии №4 и длительности коммуникационного этапа 19 циклов обмена и более объёмы производства не снижаются, и производственная система работает в штатном режиме (Рисунок 8). Стратегия №5 показывает результаты, сходные со стратегией №2, но производство останавливается на второй итерации при длительности коммуникационного этапа меньше, чем требуется при данной стратегии и заданном количестве денег (Рисунок 9).

Независимо от выбора стратегии, производство продукции прекращается уже на первой итерации, если длительность коммуникационного этапа меньше 18 циклов обмена. Это обусловлено тем, что за 1 цикл обмена агент может обменяться только с одним агентом, т.к. в системе 20 агентов, минимально необходимая длительность этапа обмена должна быть равна 19 циклов обмена

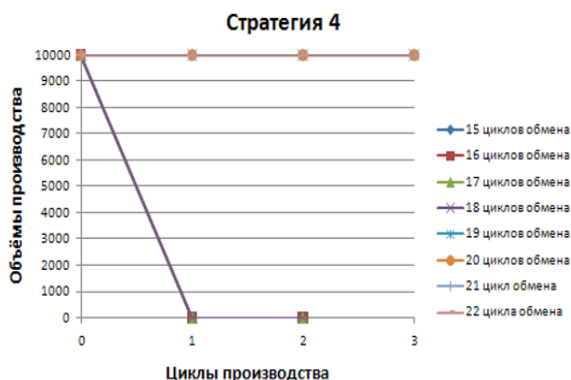


Рисунок 8 – Зависимость объёмов производства от длительности этапов обмена при стратегии №4 при многократном нарушении коммуникационного этапа

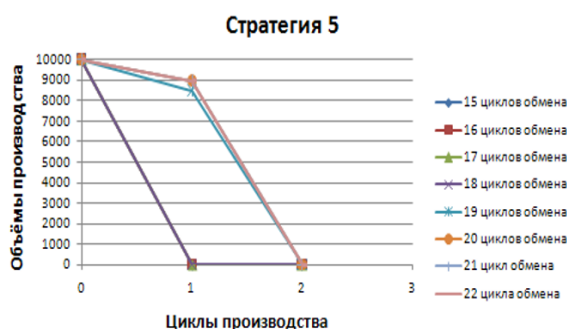


Рисунок 9– Зависимость объёмов производства от длительности этапов обмена при стратегии №5 при многократном нарушении коммуникационного этапа

Далее рассмотрим ситуации с однократным нарушением этапа коммуникаций. При применении 1-ой, 4-ой и 5-ой стратегий графики зависимостей объёмов производства от длительности этапов обмена практически не отличаются от графиков при многократном нарушении коммуникаций (Рисунок 10, Рисунок 12 и Рисунок 13).

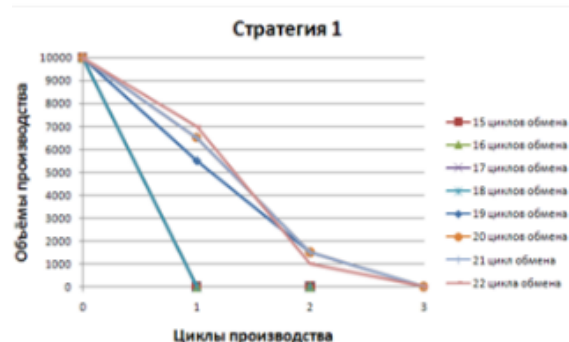


Рисунок 10 – Зависимость объёмов производства от длительности этапов обмена при стратегии №1 при однократном нарушении коммуникационного этапа

Хотя при однократном и многократном нарушении проявляются сходные картины происходящего, различия существуют и проявляются при ограничении времени в 22 цикла обмена и выборе 2-ой стратегии (Рисунок 11). Существует 2 возможных варианта развития событий. Кривая «22 цикла обмена» соответствует более распространённому случаю и не отличается от приведённых выше результатов производства при многократных ограничениях коммуникационного этапа. При таком варианте система прекращает функционирование на третьем этапе производства.

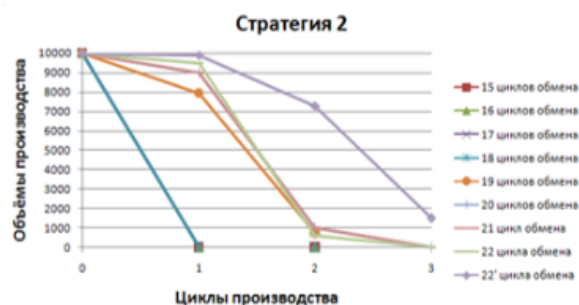


Рисунок 11 – Зависимость объёмов производства от длительности этапов обмена при стратегии №1 при однократном нарушении коммуникационного этапа

В части случаев реализуется вариант «22' цикла обмена». Если агенты закупают большую часть необходимых ресурсов на первом коммуникационном этапе, то объёмы производства падают медленнее, чем при альтернативном варианте. При этом на третьем этапе производства агенты могут выпускать продукцию. Данная ситуация возникает, если на первом этапе производства агенты создали более 9500 единиц продукции из запланированных 10000 единиц, или выполнили более 95% плана производства. Важно отметить, что вероятность варианта «22' цикла обмена» составляет менее 20%, в остальных случаях реализуется стандартный вариант.

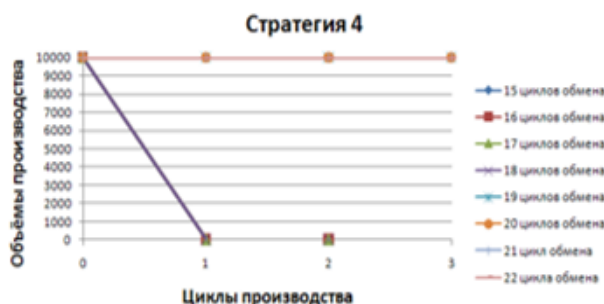


Рисунок 12 – Зависимость объёмов производства от длительности этапов обмена при стратегиях №4 при однократном нарушении коммуникационного этапа

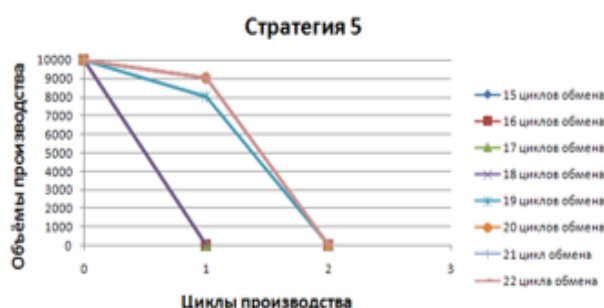


Рисунок 13 – Зависимость объёмов производства от длительности этапов обмена при стратегии №5 при однократном нарушении коммуникационного этапа

III. Заключение

Применение агент-ориентированного моделирования позволило исследовать влияние нарушения коммуникаций на состояние и длительность жизненного цикла производственной системы. Установлено, что в результате нарушений происходит ограничение жизненного цикла производственной системы до трех

итераций при всех коммуникационных стратегиях кроме №4 независимо от того, были ли нарушения однократными или многократными.

При значительных ограничениях длительности коммуникационного этапа жизненный цикл ограничивается одной итерацией. Данные результаты необходимо учитывать при формировании методов компенсации и предотвращения нарушений функционирования системы при ограничении времени на покупку ресурсов. В реальной жизни на систему влияют и другие факторы. Поэтому направления для дальнейшего исследования: модификация коммуникационных стратегий, добавление в модель других типов коммуникаций (например, социальных, которые присутствуют в любой производственной системе), моделирование динамических изменений в технологии производства, моделирование других типов нарушений.

IV. Литература

- [1] Тарасов В.Л. Экономико-математические методы. Учебное пособие для студентов сокращённых форм обучения специальностей «Финансы и кредит» и «Бухгалтерский учёт, анализ и аудит». – Нижний Новгород, 2003 г. – 64 с.
- [2] Колемаев В.А. Математическая экономика: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 399 с.
- [3] NetLogo Home Page. [Электронный ресурс]. URL: <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/> (дата обращения 05.04.2016)
- [4] Берг Д.Б., Зверева О.М. Особенности коммуникаций между функционально сопряжёнными агентами производственной сети. – Вестник СибГУТИ №1, 2015
- [5] Шевчук Г.К. Агент-ориентированное моделирование межотраслевого баланса Леонтьева // 2-я Международная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Информационные технологии, телекоммуникации и системы управления». Сборник докладов / Екатеринбург: УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2016. – С. 225-230.